



# CUTEC News

Ausgabe 2 / Juni 2019



Strategische Ausrichtung des CUTEC Forschungszentrums	2	Save the Date	11
Neue Arbeitsgruppe in der Abteilung Ressourcentechnik und -systeme	3	Erneuerbares DME als Kraftstoff für den nachhaltigen Schwerlastverkehr – Neues Verbundprojekt zur Energiewende im Verkehr	12
Im Fokus: Interdisziplinäre Zusammenarbeit		Neues aus dem Projekt RADAR – Chemikalienfreie Entkalkung	13
• BioÖkonomie International: ASHES	4	Neues Projekt: ReWoRK – Recycling von Wolfram aus Rückständen der Erzkonzentration	14
• COBI – CO <sub>2</sub> -neutrale Substitution von Koks durch Biomasserückstände in den Hochöfen der Eisen- und Stahlerzeugung	6	Abteilung Ressourcentechnik und -systeme unterwegs in Sachen Elektromobilität	15
• Wasser für Energie ↔ Energie für Wasser → Keine Energie ohne Wasser – Das Projekt ENOWA	8	Erste Ergebnispräsentation der DFG-Projekte zur Aufbereitung von Nanopartikeln	16
• Phosphorverwertung aus Klärschlamm – Neues zur Konzeptstudie RegioP <sup>2</sup>	9	Neues aus dem CUTEC-Team	17
• TRABBIO – Transformation brasilianischer Biorestmassen zu umschlagsfähigen Stoff- und Energieträgern	10	CUTEC unterwegs	18
Aktuelle CUTEC-Publikationen	11	Wir stellen uns vor: Die Mitarbeitervertretung des CUTEC	20

## Strategische Ausrichtung des CUTEC Forschungszentrums

Mit der Eingliederung der CUTEC GmbH als Clausthaler Umwelttechnik Forschungszentrum zum 1. August 2017 in die TU Clausthal ergaben sich überwiegend Änderungen im positiven Sinne. Zu nennen sind u.a. die stärkere Fokussierung auf die wissenschaftliche Arbeit, die Verschlankung der Verwaltungsstrukturen, die erhöhte Eigenständigkeit mit Übertragung entsprechender Verantwortung auf die Abteilungen, die strategische Anbindung der Abteilungen an verschiedene Institute der TU Clausthal und nicht zuletzt die Vertretung der CUTEC-Interessen gegenüber der TU durch einen Vorstand. Die geänderten Randbedingungen verbesserten ebenfalls die Situation für Projekte des wirtschaftlichen Geschäftsbereichs.

Zentrum für Rohstoffsicherung und Ressourceneffizienz mit der Kopplung zum Forschungsfeld Nachhaltige Energiesysteme aufgebaut, wird die ursprüngliche Kompetenz des Standortes Clausthal als Ausbildungs- und Innovationsort der Grundstoffindustrie unter zeitgemäßen Anforderungen neu aufgegriffen. Erhalten blieb der Bezug zur Umwelt- und Energietechnik im Zusammenhang mit der Ressourcenschonung.

Gemäß den technischen und gesellschaftlichen Entwicklungen der letzten Jahre in Europa wurde die strategische Ausrichtung neu formuliert. Als Beispiele seien genannt: 1. Abteilung Abwasserverfahrenstechnik: Abwas-

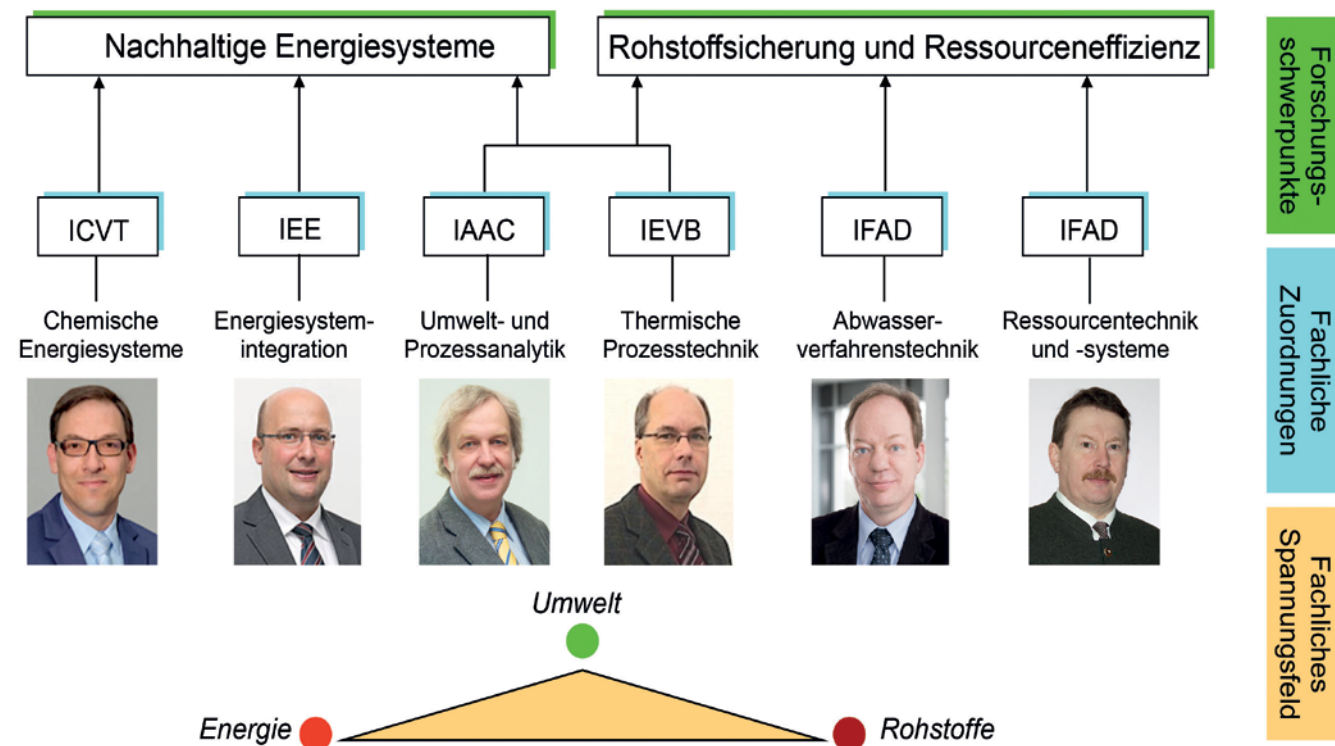


Abb. 1: Forschungsschwerpunkte des CUTEC, Institute der TU Clausthal, Abteilungen, Fachliches Spannungsfeld

ICVT: Institut für Chemische und Elektrochemische Verfahrenstechnik, IEE: Institut für Elektrische Energietechnik und Energiesysteme, IAAC: Institut für Anorganische und Analytische Chemie, IEVB: Institut für Energieverfahrenstechnik und Brennstofftechnik, IFAD: Institut für Aufbereitung, Deponietechnik und Geomechanik

Die Nutzung von Synergien mit der TU wie z. B. Bibliothek, kaufmännischer Verwaltung, zentraler technischer Dienste oder Betriebsbereitschaft gehören zu den positiven Effekten. Die Abteilungen sind an verschiedene in Abb. 1 gezeigte Institute der TU Clausthal angebunden, welche dadurch wiederum zu Mitgliedern des Forschungszentrums werden. Für die Beteiligten ergeben sich neue Möglichkeiten in der Lehre, der Betreuung studentischer Arbeiten und Kooperationen auf unterschiedlichen Feldern.

Die fachlichen Stärken des CUTEC mit verschiedenen wissenschaftlich-verfahrenstechnischen Gebieten und der Möglichkeit, unter einem Dach sechs Abteilungen thematisch zu verschneiden, blieben erhalten. Von der Konzeption her als

ser- und Prozesswasseraufbereitung, erweitert um Energiebereitstellung aus Abwasser und die Abtrennung und Verwertung von Rohstoffen wie z. B. Phosphor. Exemplarisch seien die Projekte Biobrennstoffzelle und RegioP<sup>2</sup> genannt, 2. Abteilung Chemische Energiesysteme: Basierend auf chemischer Prozess- und Reaktionstechnik mit physikalisch-chemischem Wissen zur Entwicklung von Synthesen und elektrochemischen Energiewandlern sind heute Projekte zur Hochtemperatur-Brennstoffzelle und -Elektrolyse sowie Power-to-X-Prozessen gefragt, 3. Abteilung Thermische

Fortsetzung auf Seite 3

## Strategische Ausrichtung des CUTEC Forschungszentrums

Prozesstechnik: Ursprünglich in der Abfallverbrennung beheimatet, wird heute das thermo-chemische Know-how auch für Entwicklungen industrieller Prozesse und Forschungen zur Herstellung von Energieträgern genutzt, 4. Abteilung Ressourcentechnik und -systeme: Ansatz der vergleichsweise neuen und erfolgreichen Abteilung ist u. a. die Forschung und Entwicklung zur Bereitstellung von Sekundärrohstoffen, besonders die rohstoffbezogenen Interaktionen im dem komplexen System der Kreislaufwirtschaft. Dafür werden zunehmend die Digitalisierung und die Automatisierung von Prozessen und Systemen eingesetzt, 5. Abteilung Energiesystemintegration: Im Namen der neuesten Abteilung steckt zwar das Wort Energie, praktisch aber betrachtet sie Systeme, in denen neben elektrischem Strom auch Energiespeicherprozesse, neue Materialien und CO<sub>2</sub>-Reduktion eine Rolle spielen, 6. Abteilung Umwelt- und Prozessanalytik: Ursprünglich Dienstleister

für die anderen Fachabteilungen, soll das Wissen nun auch aktiv für eigene Projektanträge auf beiden Forschungsschwerpunkten eingesetzt werden.

Ein weiteres besonderes Kennzeichen des CUTEC Forschungszentrums ist die technologietransferorientierte Ausrichtung mit einer entsprechenden apparativen Ausstattung an Forschungsanlagen im Technikums- und Pilotmaßstab. Diese ermöglicht in vielen Bereichen Synergieeffekte für die Übertragung von Entwicklungen aus Hochschulinstituten in die Praxis. Auch gemeinsame Grundlagen- und anwendungsbezogene Forschungsanträge können eingebracht werden.

Ergänzend wurde die abteilungsübergreifende Zusammenarbeit gestärkt. Die folgenden Artikel der aktuellen CUTEC-News geben dafür einige erfolgreiche Beispiele anhand kürzlich abgeschlossener oder laufender Projekte. (vo)

## Neue Arbeitsgruppe in der Abteilung Ressourcentechnik und -systeme



Dipl.-Inf.  
Sven Birkenfeld

Die Abteilung Ressourcentechnik und -systeme (RTS) hat ihr Leistungsportfolio nachhaltig ausgebaut. Zu den beiden etablierten Arbeitsgruppen „Stoffströme“ unter Leitung von Dipl.-Biol. Jan Seelig, M.Eng. und „Recycling“ mit dem Gruppenleiter Dipl.-Ing. Sven Schulze ist die Arbeitsgruppe „Digitalisierung und Automatisierung in Demontage und Recyclingtechnik“ eingerichtet worden. Dipl.-Inf. Sven Birkenfeld ist ihr Gruppenleiter.

Seit vielen Jahren hat die Abteilung RTS komplexe, häufig internationale ressourcenbezogene Verbundvorhaben durchgeführt, in denen die Bedeutung von Digitalisierung und Automatisierung beständig gewachsen ist. In drittmittelfinanzierten Forschungsvorhaben mit hoher Anwendungsnähe sind von dem Projektteam bereits zahlreiche erfolgreiche Entwicklungen besonders in den Arbeitsfeldern Detektion, Datenbanken, Automatisierung und Algorithmen geleistet worden.

Recyclingprozesse allgemein werden zunehmend digitalisiert und wenn möglich automatisiert, besonders um sie wirtschaftlicher zu gestalten und zudem hochkomplexe Stoffgemische, wie Elektronikschrott, erfolgreich

trennen zu können. In der Fachcommunity ist dieser Dynamik folgend – in Analogie zur Zukunftsaufgabe Industrie 4.0 – nunmehr der Begriff Recycling 4.0 eingeführt.

Neben der Würdigung der erfolgreichen Arbeit des Teams ist mit der Etablierung der Arbeitsgruppe auch ein Beitrag zum zukunftsfähigen Ausbau der Abteilung RTS geleistet worden. Unter den aktuellen Forschungsprojekten ist besonders die automatisierte Demontage von E-Antriebssträngen der Elektromobilität in Kooperation mit Baden-Württemberg hervorzuheben. (ze)



Industrieroboter sollen zukünftig das Recycling verbessern. Blick in die neu eingerichtete Halle der Abteilung Ressourcentechnik und -systeme zur automatisierten Demontage komplexer Produkte, Anlage im Aufbau, Foto: CUTEC



## BioÖkonomie International: ASHES

– Rückführung von Nährstoffen aus Aschen von thermo-chemischen Prozessen mit Bagasse und Bagassestroh –



Abb. 1: Häckselung und Förderversuche mit brasilianischem Bagassestroh, Foto: CUTEC



In den Zuckerfabriken Brasiliens wird die Energieversorgung durch die Verbrennung des Reststoffes Bagasse in firmeneigenen Kraftwerken bewerkstelligt. Für die Zukunft plant das Land, die Nebenprodukte der Zuckerherstellung landesweit für die Stromerzeugung zu nutzen. Gedacht ist an eine Kapazität von 6,6 GW<sub>el</sub>. Um die zu erwartenden Auswirkungen auf das Klima günstig zu gestalten, unterstützt die Bundesrepublik Deutschland technologische Forschungsarbeiten. Ein Beispiel ist das Verbundvorhaben ASHES, welches von April 2015 bis Dezember 2018 lief.

Brennstoffanalysen zu Projektbeginn zeigten, dass Bagasse sehr nährstoffarm ist. Die Phosphor- und Kalium-Gehalte sind niedrig. Die Herstellung nährstoffreicher Asche erforderte die Zugabe eines weiteren Brennstoffes. Daher wurde die Nährstoffanreicherung mit Zuckerrohrstroh, mit Hühnertrockenkot-Pellets, mit Faulschlamm sowie Sojastroh als separate Zusätze für die Bagasse versucht. Die Strohsorten wurden am CUTEC gehäckselst und das Eintragssystem in den Reaktor auf sie abgestimmt (s. Abb. 1).

Die CUTEC-Vergasungsanlage ist als zirkulierende Wirbelschicht mit einer thermischen Leistung von 400 kW ausgelegt. Abhängig vom Heizwert werden typischerweise 60 bis 100 kg/h an Biomasse eingetragen. Die Vergasungstemperaturen lagen zwischen eher unüblich niedrigen 710 und relativ hohen 856 °C. Variiert wurden neben den Temperaturen das Vergasungsmedium (Dampf oder Luft/Sauerstoff) und die Zuschlagstoffe zur Nährstoffanreicherung. Es liefen 26 Versuche in fünf Versuchswochen. Begleitet wurden die Experimente von einem umfangreichen Ana-

lysenprogramm. Untersucht wurden das Synthesegas, die Aschen und das anfallende Waschwasser.

Am CUTEC wurden ferner die von den Partnern hergestellten Aschen analysiert. Die mehr als 100 Proben verdeutlichen den Analyseumfang. Sowohl bei den Verbrennungs- als auch Vergasungsergebnissen sind die Aschen aus Versuchen mit Additiv-Brennstoff erkennbar. Gerade die Anreicherung mit Faulschlamm oder Hühnertrockenkot ließ die Nährstoffgehalte signifikant steigen. Bei den nicht-anereicherten CUTEC-Filteraschen lag der Phosphorgehalt im Mittel um 3 g/kg. Durch den Einsatz von Hühnertrockenkot stieg der Wert im Mittel auf etwa 18 g/kg und mit Klärschlamm sogar auf durchschnittlich 35 g/kg.

Vorteilhaft bei der Biomassevergasung im Vergleich zur Verbrennung ist, dass der über den Brennstoff mitgeführte Stickstoff zu Ammoniak reagiert und einfach und effektiv in einem Wasser-



Abb. 2: Kristalle des Ammoniumsulfates, Foto: CUTEC

Fortsetzung auf Seite 5

## BioÖkonomie International: ASHES

– Rückführung von Nährstoffen aus Aschen von thermo-chemischen Prozessen mit Bagasse und Bagassestroh –

wäscher dem Gasstrom entnommen werden kann. Unter Zuhilfenahme von Luft als Stripmittel und der Beheizung des beladenen Waschwassers wurde Ammoniak ausgetrieben und in einem Schwefelsäurebad unter Bildung von Ammoniumsulfat eingefangen. Ammoniumsulfat-Lösung wird bereits als Stickstoff-Dünger eingesetzt. Möchte man jedoch kristallines Sulfat erhalten (s. Abb. 2), ist das Wasser abzdampfen. Vermischt man die Kristalle mit den beim Vergaser anfallenden Filteraschen aus Versuchen mit nährstoffreichen Zusatzbrennstoffen, so lassen sich im Produkt etwa 5 % Stickstoff, 3 % Phosphor und 1 % Kalium realisieren.

Im chemisch-physikalischen Simulationsprogramm ChemCAD wurde ein Modell der Vergasungsanlage nachgebildet. Da Biomasse und somit Bagasse dem Programm unbekannt ist, wurde ein Biomasse-Modell erstellt und in die Datenbank eingepflegt. Dieses Modell ist auf andere Biomassen übertragbar. Es besteht aus einer Kohlenstoff-Wasserstoff-Sauerstoff-Grundstruktur. Weitere Bestandteile wie Asche, Wasser und Spurenstoffe (z. B. Schwefel) lassen sich separat einstellen. Der Vergasungsprozess wurde in zwei separaten Reaktoren abgebildet. In einem ersten Schritt werden die Teerbildungsmechanismen simuliert und in einem zweiten Schritt läuft der eigentliche Vergasungsprozess mit der Zersetzung des Brennstoffes ab.



Abb. 4: Projektlogo

Wasser- und Biodiesel-Wäscher komplettieren das Modell. Die Simulation bildete die realen Ergebnisse recht genau ab.

**Danksagung:** Das Verbundvorhaben ASHES wurde vom BMBF-Bundesministerium für Bildung und Forschung mit Hilfe des Projektträgers Jülich unter dem Kennzeichen 031A288C gefördert. Beteiligt waren die Abteilungen Thermische Prozesstechnik sowie Umwelt- und Prozessanalytik mit sieben weiteren deutschen und vier brasilianischen Partnern. (mü)

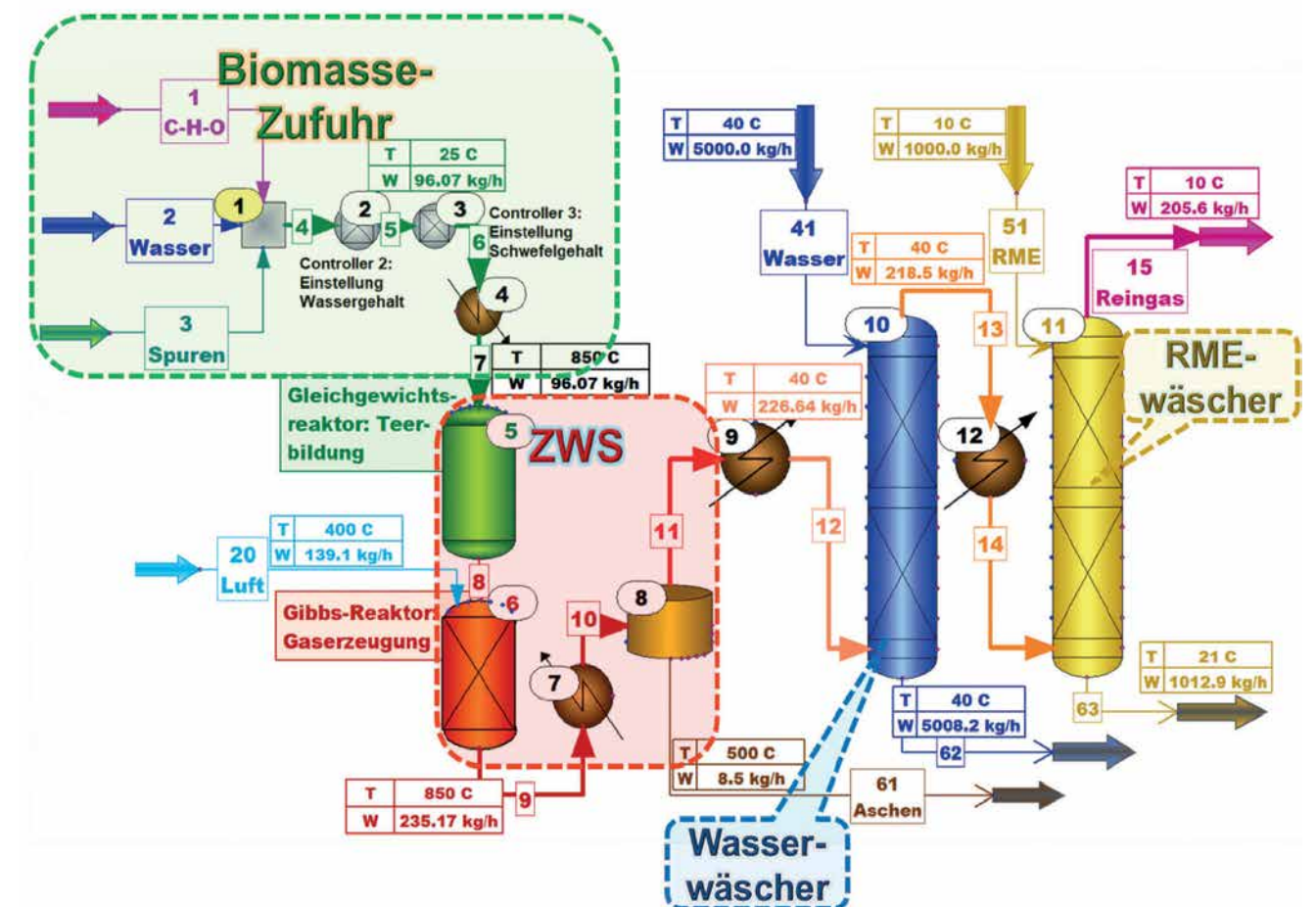


Abb. 3: Chemisch-Physikalisches Modell in ChemCAD, Quelle: CUTEC



## COBI – CO<sub>2</sub>-neutrale Substitution von Koks durch Biomasserückstände in den Hochöfen der Eisen- und Stahlerzeugung



Das deutsch-brasilianische Vorhaben COBI wurde im Rahmen der BMBF-Bekanntmachung CLIENT Internationale Partnerschaften

für nachhaltige Klimaschutz-, Umwelttechnologien und -dienstleistungen eingeworben. Die Initiatoren des Vorhabens waren die Abteilung Ressourcentechnik und -systeme (RTS) der vormaligen CUTEC-Institut GmbH und die Hochschule Ruhr West (HRW) mit Herrn Prof. Seabra. Als Projektpartner waren auf Deutscher Seite die RHM – Rohstoffhandels-gesellschaft mbH (RHM) aus Mülheim an der Ruhr und die Fritz Winter Eisengießerei GmbH & Co. KG (Fritz Winter) aus Stadtlendorf in das Vorhaben eingebunden.

Auf brasilianischer Seite waren die Forschungspartner die Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) in Belo Horizonte und die Privatuniversität Universidade Luterana do Brasil (ULBRA) aus Porto Alegre am Vorhaben beteiligt. Als Industriepartner in Brasilien konnten Gerdau S.A. als größter Stahlhersteller Südamerikas mit Hauptsitz in Porto Alegre sowie Viena Iron, als einer der größten Roheisenhersteller Brasiliens aus Belo Horizonte gewonnen werden. Das gesamte Projektvolumen betrug 3.042.000 €, wovon der CUTEC-Anteil rund 1 Million € betrug. Die Abteilung RTS hatte die Leitung des Gesamtprojektes inne.

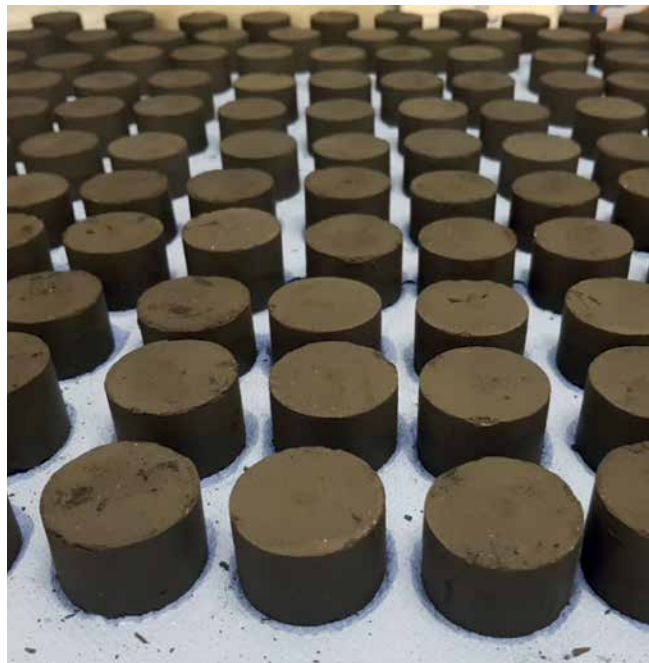


Abb. 1: Brikett-Testreihen unterschiedlicher Zusammensetzungen, Foto: CUTEC

Das Ziel des Vorhabens war die Entwicklung von Verfahren und Maßnahmen, um Biorestmassen-Briketts als innovative Alternative zum bisher üblichen Hochofenkoks in der Roheisen-/Stahlherstellung einsetzen zu können. Dabei sollte die Verfahrensentwicklung bereits ein über den Technikumsmaßstab hinausgehendes Scale-up mit industriellen Einzelversuchen enthalten, um die industrielle Machbarkeit

erstmalig aufzuzeigen. Den nachfolgenden übergeordneten Zielstellungen sollte mit dem innovativen COBI-Verfahrensansatz Rechnung getragen werden:

- Minimierung des fossilen Koksverbrauchs und somit eine Verbesserung der CO<sub>2</sub>-Bilanz des Prozesses der Roheisenerzeugung im Hochofen
- Reduzierung der Abhängigkeit von Koks-/Kokskohle-Importen



Abb. 2: Kupolofen beim Partner Fritz Winter, Foto: CUTEC

Damit sollte ein Beitrag zu einer verbesserten Bioökonomik in der Grundstoffindustrie geleistet werden, der explizit nicht in Konkurrenz zur Nahrungs- und Futtermittelherstellung steht.

Während der Projektlaufzeit wurden verschiedenste Biorestmassen sowohl in Deutschland als auch in Brasilien analysiert und für das weitere Vorgehen identifiziert. Dabei liegen die Biorestmassenpotenziale in Brasilien (ca. 700 Millionen Tonnen pro Jahr) um den Faktor 14 höher als in Deutschland (ca. 50 Millionen Tonnen pro Jahr). Als geeignete Biorestmassen wurden unter anderem Bagasse aus der Zuckerherstellung und holzartige Rückstände aus der Holzbearbeitung ausgemacht. Die Biorestmassen wurden im

Fortsetzung auf Seite 7

## COBI – CO<sub>2</sub>-neutrale Substitution von Koks durch Biomasserückstände in den Hochöfen der Eisen- und Stahlerzeugung



Abb. 3: Quaderförmige Briketts für den industriellen Großversuch, Foto: CUTEC

Technikum der Abteilung Thermische Prozesstechnik (TP) der CUTEC pyrolysiert und anschließend von der Abteilung RTS agglomeriert. Eine Agglomeration des Biokokes mit definierten Festigkeiten ist für den Einsatz in den Retorten der Eisen- und Stahlindustrie notwendig, da der Koks dort nicht nur Energielieferant ist, sondern auch physikalisch eine Stützfunktion zur Aufrechterhaltung des Schmelzvorganges hat.

Zur Agglomeration der Briketts ist ein Binder erforderlich. Dazu wurden verschiedene organische und anorganische Binder von der HRW und RTS getestet. Die so hergestellten Testreihen (Abbildung 1) wurden dann im Technikum der Firma Fritz Winter auf ihre Eignung für den industriellen Einsatz hin überprüft (Abbildung 2).

Aus den unterschiedlichen Testreihen wurden dann anschließend Briketts aus der Rezeptur, die am besten den Anforderungen der Gießerei entsprachen, im Tonnenmaßstab für einen industriellen Großversuch im laufenden Betrieb hergestellt (Abbildung 3).

Die Briketts wurden dann in einem achtstündigen Großversuch in einem Kupolofen der Fritz Winter Eisengießerei getestet (Abbildung 4).

Versuche in dieser Größenordnung stellen einem immensen Aufwand für Forschungseinrichtungen dar. Das CUTEC und seine Partner gehören zu den wenigen Forschungseinrichtungen in Deutschland, die Versuche in dieser Größenordnung durchführen können. Sie sind jedoch

für die beteiligten Industriepartner notwendig, um gesicherte Daten als Basis für künftige Investitionsentscheidungen zu erhalten.

Als Ergebnisse aus dem Vorhaben konnten folgende Erkenntnisse gewonnen werden: Die auf Biorestmassen basierenden Agglomerate erfüllen in der Regel nicht alle Anforderungen der Gießereiindustrie für den Einsatz im Kupolofen. Es wird daher eine Teilsubstitution von fossilem Koks vorgeschlagen. Sowohl Brasilien als auch Deutschland müssen 100 % der in ihrer Stahl- und Eisenindustrie verwendeten Kokskohle importieren. Eine teilweise Substitution könnte dazu beitragen, unabhängiger von diesen Einfuhren zu werden und zudem die fossilen CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Grundstoffindustrie zu senken.

Das Projekt unterstreicht die Kompetenz des CUTEC Forschungszentrums auch im Bereich der wissenschaftlichen Sektorkopplung von energetischen und stofflichen Themenstellungen durch die erfolgreiche Interaktion der Abteilungen TP und RTS. Das Projekt befindet sich in der Abschlussphase. Wir danken dem BMBF für die finanzielle Förderung des Projektes. (sr)



Abb. 4: Kupolofen beim Partner Fritz Winter, Foto: CUTEC



## Wasser für Energie ↔ Energie für Wasser → Keine Energie ohne Wasser

### – Das Projekt ENOWA –

Die Leitsätze stehen für die wechselseitige Abhängigkeit der zwei elementaren Ressourcen Wasser und Energie zur Sicherung unserer Lebensgrundlage, wirtschaftlichen Wachstums und nachhaltiger Entwicklung.

Wasser wird in fast allen Phasen der Energieerzeugung benötigt, von der Gewinnung und Verarbeitung fossiler Brennstoffe bis hin zur Produktion von aus regenerativem Strom erzeugten Energieträgern und dem Betrieb von Kraftwerken. Die verfügbare Menge und Qualität ist in vielen Fällen maßgeblich dafür, welche Energiemengen lokal erzeugt und welche stromerzeugenden Technologien eingesetzt werden können.

Andererseits ist die Verfügbarkeit von Energie von entscheidender Bedeutung für die Erfüllung wasserwirtschaftlicher Grundaufgaben wie Trink- und Brauchwassergewinnung, Wasserverteilung und Abwasserbehandlung. Durch die symbiotische Beziehung zwischen der Wasser- und Energiewirtschaft haben Veränderungen in einem Sektor häufig direkte oder indirekte Auswirkungen in dem anderen Sektor zur Folge. Der Grund für die enge Beziehung ist zum großen Teil in den charakteristischen Eigenschaften des Wassers selbst zu sehen, das im Gegensatz zu anderen Ressourcen in fast allen seinen Anwendungen – ob als Hilfsmittel zur Energiegewinnung oder zum menschlichen Gebrauch und Erhalt der Ökosysteme – nicht durch andere Stoffe substituierbar ist. Während die Ressource Wasser auf der Erde in vielen Regionen als begrenzt anzusehen ist, gilt dies nicht in gleichem Maße für das theoretische Potenzial zur Energiegewinnung, welches durch die Sonnenstrahlung sehr hoch ist.

Angesichts sich abzeichnender globaler Veränderungen aufgrund von Klimawandel und Ressourcenverknappung wird es immer wichtiger, die Interdependenzen zwischen Energie- und Wasserwirtschaft zu verstehen (s. Abb. 1).

Der Anteil der Wasserentnahmen an den in Deutschland verfügbaren natürlichen Wasserressourcen beträgt derzeit etwa 13 % und ist seit Jahren leicht rückläufig. Damit liegt Deutschland bereits seit dem Jahr 2004 unterhalb des kritischen Wassernutzungsindex' von 20 %, dessen Überschreitung international als ein beginnendes Signal für Wasserstress angesehen wird. Aufgrund des Klimawandels ist zukünftig jedoch auch hierzulande vermehrt mit Ein-

schränkungen in der Wasserverfügbarkeit zu rechnen. Insbesondere während längerer heißer Trockenperioden kann es in einigen Bundesländern regional und temporär begrenzt zu Engpässen in der Wasserversorgung kommen.

Die Art des Wassergebrauchs in der Energiewirtschaft sowie auch durch die Energiegewinnung bedingte Eingriffe in natürliche Wassersysteme sind dabei sehr vielfältig, wobei die Nutzung als Kühlwasser deutlich dominiert und in Deutschland mehr als die Hälfte der gesamten Wasserentnahmen ausmacht.

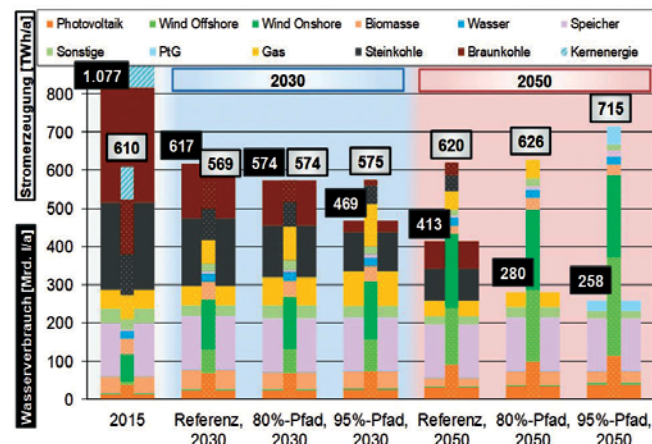


Abb. 2: Entwicklung von Wasserverbrauch (breite Säulen) und Nettostromerzeugung (schmale Säulen) bis 2050 berechnet auf Basis der BDI-Zukunftsszenarien für die Energiewende in Deutschland, Quelle: BDI-Studie: Klimapfade für Deutschland, Hrsg.: Bundesverband der deutschen Industrie e.V., Januar 2018

Zusammenfassend ergibt sich nach der durchgeführten Studie die positive Aussage, dass bei allen untersuchten Zukunftsszenarien im Energiesektor sowohl bei der Wassernutzung als auch beim -verbrauch mit deutlichen Rückgängen des erforderlichen Wasserbedarfs zu rechnen ist. Wesentliche Gründe hierfür liegen in der zukünftig stärker strombasierten Energiewirtschaft sowie in der Tatsache, dass die wasserintensive konventionelle Stromerzeugung aus Kohle und Kernkraft in den nächsten Jahrzehnten durch erheblich wasserschonendere regenerative Stromerzeugungstechnologien abgelöst wird. In Abhängigkeit der betrachteten Szenarien ergeben sich unterschiedliche Prognosen für den zukünftigen Wasserbedarf der Energiewirtschaft (s. Abb. 2).

**Danksagung:** Das Projekt ENOWA wurde von der DBU-Deutsche Bundesstiftung Umwelt (Osnabrück) unter dem Aktenzeichen AZ 32804 / 01-23 gefördert. Beteiligt waren die Abteilungen Abwasserverfahrenstechnik und Thermische Prozesstechnik in Kooperation mit dem Ingenieurbüro Tutthas & Meyer GmbH (Aachen). (bo)



Abb. 1: Wechselwirkungen der Energie- und Wasserwirtschaft, Quelle: CUTE

## Phosphorverwertung aus Klärschlamm

### Neues zur Konzeptstudie RegioP<sup>2</sup>

Im Zusammenhang mit der neuen Klärschlammverordnung und der Pflicht zur Phosphorverwertung ab 2029 oder 2034 sind auch (dezentrale) wirtschaftliche Lösungen gefragt, die es noch nicht gibt.

Im Förderschwerpunkt RePhoR des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) sollen deshalb die besten Konzepte als Demonstrationsprojekte umgesetzt und bewertet werden. Auch CUTE hat unter Federführung der Abteilung Abwasserverfahrenstechnik eine Konzeptstudie (Akronym RegioP<sup>2</sup>) bewilligt bekommen und entwickelt nun zusammen mit der Abteilung Thermische Prozesstechnik und verschiedenen Projektpartnern (s. Abb.1) ein nachhaltiges, möglichst kosteneffizientes Konzept zur Phosphorrückgewinnung und -verwertung.

Ersten Untersuchungsergebnissen zufolge ist es in der Tat gut möglich, den für die Ascheverwertung vorgeschriebenen Grenzwert von 20 g P / kg TM im entwässerten Klärschlamm zu unterschreiten. Damit würde die Pflicht für eine Phosphorrückgewinnung aus der Asche entfallen.

Erreicht wird dies über eine verbesserte Rücklösung von Phosphat durch eine thermische Hydrolyse. Voraussetzung ist allerdings ein Klärwerksbetrieb mit biologischer Phosphorelimination.

Anders als bei den Praxisanlagen wird der Dampf für die thermische Hydrolyse als Trocknerbrüden aus einer druckgetriebenen Wirbelschichtverdampfungstrocknung zur Verfügung gestellt, so dass im Vergleich zu anderen dampfgetriebenen Hydrolyseanlagen weder ein Verdampfer noch deionisiertes Wasser benötigt wird.

#### Projektkoordinator

**CUTE**  
Clausthaler Umwelttechnik  
Forschungszentrum

**TU Clausthal**

#### Projektpartner

**econ**  
Econ Ewert Consult GmbH

**BMA**  
BMA Braunschweigische  
Maschinenbauanstalt AG

**PARFORCE**  
TECHNOLOGIE  
PARFORCE Engineering  
& Consulting GmbH

**GETEC**

GETEC heat & power GmbH

**Abwasser**  
Verband  
Wolfsburg

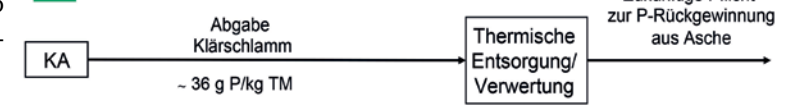
**WEB**  
Wolfsburger Entwässerungs-  
betriebe (WEB)



Abwasserentsorgung Wolfenbüttel AöR (AWA)

Abb. 1: Regionale Phosphorverwertung in Südost-Niedersachsen, Quelle: CUTE

#### IST



#### PLAN

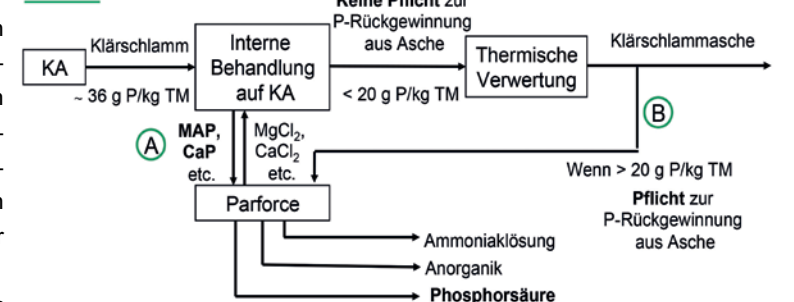


Abb. 2: Konzept in RegioP<sup>2</sup>, Quelle: CUTE

Die nahezu vollständige Wärmerückgewinnung (ca. 90 %) aus der Trocknung durch Wasserdampfkondensation sowie die Mehrfachnutzung der Wärme ermöglichen eine klimaentlastende Herstellung und Verwertung von trockenen Brennstoffpellets (Wasseranteil ca. 5-10 %) aus Klärschlamm.

Die in RegioP<sup>2</sup> entwickelte Prozesskombination zur P-Rückgewinnung und Verwertung ermöglicht nun zusammen mit dem klimaentlastenden Klärschlamm-brennstoff-Konzept insgesamt eine nachhaltige klimaentlastende P-Verwertung. Für die Kläranlage Wolfenbüttel bestehen gute Voraussetzungen, das Konzept umzusetzen, weil im Rahmen des Klimaschutzprogramms der Bundesregierung Fördermittel für die technische Umsetzung wesentlicher Anlagenteile bewilligt wurden (vgl. Website der Stadt Wolfenbüttel zum Projekt SynthermCO<sub>2</sub>). Hierzu gehören z. B. eine Wirbelschichtverdampfungstrocknung, eine Verbrennung von Klärschlamm-brennstoff sowie die Nutzung der Brüden zur thermischen Klärschlammhydrolyse. Die fehlenden Prozesse zur Schlammwasserabtrennung und Phosphatfällung sind nachträglich gut integrierbar.

Ein weiterer wichtiger Baustein im Konzept RegioP<sup>2</sup> ist die Veredelung der Phosphat-Fällungsprodukte zu Phosphorsäure. Dies geschieht mittels Parforce-Technologie eines Startups der TU Freiberg. Die Veredelung zu Phosphorsäure ermöglicht eine sichere Verwertung des Klärschlammphosphors in der Düngemittelproduktion, weil die Zusammensetzung des Düngemittels vielfältig gestaltet und damit flexibel an die Bodenbeschaffenheiten angepasst werden kann.

Darüber hinaus werden die Phosphatfällungschemikalien der Kläranlagen bei der Veredelung nach Parforce zurückgewonnen und an die Kläranlagen zurückgegeben. Es entsteht ergänzend zur Klimaentlastung auch ein neuer Chemikalienkreislauf zur Schonung weiterer Rohstoffe. (si)



## TRABBIO – Transformation brasilianischer Biorestmassen zu umschlagsfähigen Stoff- und Energieträgern



Zum 01.04.2019 wurde das dreijährige deutsch-brasilianische Vorhaben TRABBIO bewilligt.

TRABBIO ist die inhaltliche Weiterentwicklung des Projektes COBI. Das Ziel des Projektes ist die Entwicklung von Verfahren und Maßnahmen, um Biorestmassen aus dem Zuckerrohranbau und der Zuckerrohrverwertung als eine nachhaltige und umschlagsfähige Biokoks-Commodity am Markt zu etablieren. Lag der Fokus bei COBI noch auf der Substitution von Koks für die Eisen- und Gießereiindustrie, so adressiert das Vorhaben TRABBIO nun eine breitere potenzielle Anwenderseite. Die Biorestmassen aus der Zuckerherstellung – hauptsächlich die Bagasse und die auf den Feldern verbleibenden Blätter und Spitzen – werden dabei pyrolysiert und anschließend zu Briquets agglomeriert. Die Briquets sollen dabei zu definierende Anforderungen an die physikalische Stabilität und an die Additivzugabe erfüllen. Somit sollen lager- und umschlagsfähige normierte Biokoks Briquets für unterschiedliche Anwenderbereiche hergestellt werden. Als mögliche Einsatzbereiche für das Produkt Biokoks wurden die chemische Grundstoffindustrie, Aktivkohlehersteller, die Landwirtschaft und die Energiewirtschaft ausgemacht. Parallel dazu wird die Verfahrensentwicklung durch eine Optimierung des Landmanagements sowie einer ökologischen und ökonomischen Bewertung begleitet. Die nachfolgende Abbildung 1 stellt die Konzeption des Vorhabens TRABBIO dar.

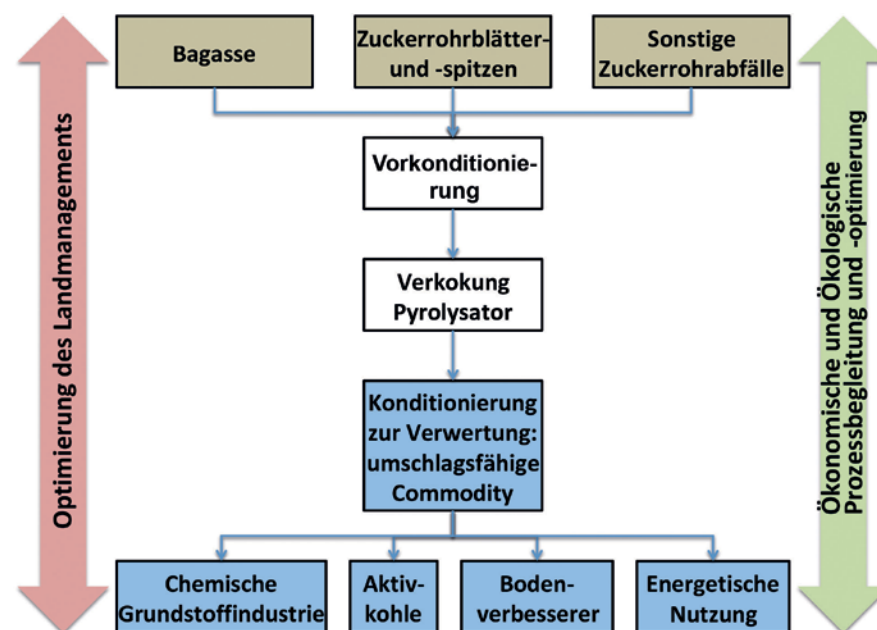


Abb. 1: Konzeption des Vorhabens TRABBIO, Quelle: CUTEK

Das Vorhaben TRABBIO wurde von der Abteilung Ressourcenteknik und -systeme (RTS) leitend konzipiert und implementiert. Die Abteilung RTS wird das Vorhaben in enger Zusammenarbeit mit der Abteilung Thermische Prozesstechnik (TP) bearbeiten. Dabei wird sich die Abteilung TP vornehmlich um die Pyrolyse der Biorestmassen sowie um

die energetische Nutzung des Endproduktes kümmern, wohingegen bei der Abteilung RTS die Vorkonditionierung der Ausgangsstoffe und die Briquetierung des Pyrolysekokes zu einer normierten Commodity im Vordergrund stehen.

Die Projektleitung nimmt der Partner REW Regenerative Energiewirtschaftssysteme GmbH aus Quakenbrück wahr, der im Rahmen des Vorhabens eine Pyrolyseanlage vor Ort in Brasilien bereitstellen wird. Als weiterer Partner konnte das „ITT“ Institute for Technology and Resources Management in the Tropics and Subtropics mit Prof. Sabine Schlüter von der TH Köln gewonnen werden. Ihre Aufgabe wird es sein, den Anbau und die Ernte des Zuckerrohrs zu optimieren, was letztendlich auch Auswirkungen auf die Qualität der Biorestmassen haben wird. Der Industriepartner Gebr. Schumacher GmbH aus Eichelhardt wird das ITT dabei unterstützen. Der Partner TÜV Rheinland GmbH wird die Normierung und Zertifizierung des Zielproduktes sicherstellen und des Weiteren ökonomische und ökologische Bewertungen der innovativen Verfahrensentwicklungen bereitstellen.

Auf brasilianischer Seite konnte die Cooperativa Agroindustrial do Estado do Rio de Janeiro Ltda. (COAGRO) bei Campos im Bundesstaat Rio de Janeiro als Betreiber einer Zuckerraffinerie gewonnen werden. Zudem sind die Landwirtschaftliche Universität des Bundesstaates Rio de Janeiro sowie die Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) aus Belo Horizonte als brasilianische Universitäten mit im Vorhaben dabei. Weitere beteiligte brasilianische Forschungseinrichtungen sind das Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), als die landesweit renommierteste Einrichtung mit über 38 Standorten, sowie das Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO), als das Forschungsinstitut des Landwirtschaftsministeriums des Bundesstaates Rio de Janeiro. Und last but not least beteiligt sich außerdem das Landwirtschaftsministerium des Bundesstaates Rio de Janeiro (Secretaria de Estado de Agricultura e Pecuária) selbst als Partner an dem Vorhaben.

Die Projektgesamtsumme beträgt 3.138.000 €, wobei der CUTEK- Anteil für die Abteilungen RTS und TP bei rund 1.200.000 € liegt. Erste Vorarbeiten am Vorhaben sind bereits angelaufen. So fand bereits auch ein Kick-Off-Meeting am 8. Mai beim Projektkoordinator REW in Quakenbrück statt (Abbildung 2).

Fortsetzung auf Seite 11

## TRABBIO – Transformation brasilianischer Biorestmassen zu umschlagsfähigen Stoff- und Energieträgern



Abb. 2: Kick-Off-Meeting beim Partner REW in Quakenbrück, Foto: CUTEK

Vom 21. bis zum 27. Mai finden Kick-Off-Meetings mit unseren brasilianischen Partnern bei EMBRAPA in Rio de Janeiro sowie bei COAGRO in Campos statt. Das Interesse von brasilianischer Seite an dem Vorhaben ist sehr hoch, wobei Brasilien in der erfolgreichen Biomasseverwertung langjährig eine ausgewiesene Expertise besitzt. Neben den Vertretern aller Projektpartner in Brasilien hat der Gouverneur des Bundesstaates Rio de Janeiro sein Interesse an dem Vorhaben bekundet und seine Teilnahme im Rahmen der Kick-Off-Meetings bereits zugesagt.

Mit dem Vorhaben TRABBIO soll den übergeordneten Zielstellungen Rechnung getragen werden:

- Signifikante Reduktion von klimaschädlichen Gasen (auch durch Reduktion von Methanemissionen)

- Erstmalige Nutzbarmachung von bisher nicht verwerteten biogenen Stoffströmen
- Optimierter Einsatz der Biorestmassen durch eine zeitliche und räumliche Entkopplung von Anfall und Nutzung durch Produktion eines umschlag- und lagerfähigen stabilen Handlungsgutes hoher Stoff- bzw. Energiedichte.

Auch dieses anspruchsvolle internationale Verbundprojekt unterstreicht die Kompetenz des CUTEK Forschungszentrums als interdisziplinäre Plattform für die Kopplung von energetischen und stofflichen Themenstellungen. Wir bedanken uns ausdrücklich beim BMBF für die finanzielle Förderung des Vorhabens. (sr)

### Aktuelle CUTEK-Publikationen

- D. Haupt, T. Muddemann, U. Kunz, M. Sievers, Evaluation of a new electrochemical concept for vacuum toilet wastewater treatment – Comparison with ozonation and peroxone processes, *Electrochemistry Communications* 101 (2019) 115-119, <https://doi.org/10.1016/j.elecom.2019.02.020>
- T. Muddemann, D. Haupt, M. Sievers, U. Kunz, Elektrochemische Reaktoren für die Wasserbehandlung, *Chem. Ing. Tech.* 91 (2019), <https://doi.org/10.1002/cite.201800193>
- M. Sievers, M. Niedermeiser, J. Gaßmann, T. Hartmann, S. Dilba, Schlammmentwässerung mit automatisierter Optimierung der Konditionierung – Erste technische Betriebserfahrungen mit neuem Flockungskonzept, *Korrespondenz Abwasser, Abfall* 5 (2019)

### Save the Date

- 25. bis 29. Juni 2019, Düsseldorf  
Die Abteilung Thermische Prozesstechnik präsentiert in Kooperation mit dem IEVB (Institut für Energieverfahrenstechnik und Brennstofftechnik) auf der THERMPROCESS – 12. Internationale Fachmesse und Symposium für Thermoprozesstechnik. Besuchen Sie uns in Halle 10 / C04 auf dem Gemeinschaftsstand der Forschungsgemeinschaft Industrieofenbau e.V. (FOGI)
- 3. bis 5. September 2019, Goslar  
r4-Abschlusskonferenz / Weitere Informationen finden Sie unter: [www.r4-innovation.de](http://www.r4-innovation.de)
- 23. bis 27. September 2019, Hannover  
12. Niedersächsische Summer School: Brennstoffzellen und Batterien, Leibniz Universität. Weitere Informationen finden Sie unter: [www.efzn.de/summerschool2019](http://www.efzn.de/summerschool2019)



## Erneuerbares DME als Kraftstoff für den nachhaltigen Schwerlastverkehr

### Neues Verbundprojekt zur Energiewende im Verkehr

Gerade noch rechtzeitig zum Redaktionsschluss dieser CUTEK-News kam der Zuwendungsbescheid: In der Abteilung „Chemische Energiesysteme“ startet zum 1. Juni ein neues Verbundvorhaben zur Synthese von Dimethylether (DME) aus regenerativen Rohstoffen.

Das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen der Forschungsinitiative „Energiewende im Verkehr“ geförderte Projekt mit der offiziellen Bezeichnung „FlexDME - Entwicklung einer flexibel operierenden Demonstrationsanlage zur Erzeugung von Dimethylether aus Biogas und Wasserstoff“ ist einer von 15 Forschungsverbünden, die sich mit der Herstellung oder Nutzung innovativer, strombasierter Kraftstoffe beschäftigen.

Regeneratives DME wird vor allem als Ersatz von Dieseldieselkraftstoff diskutiert. Bereits eine Beimischung zu konventionellem Diesel verbessert die Motoreffizienz und reduziert Feinstaub- und  $\text{NO}_x$ -Emissionen signifikant. Durch Nutzung von regenerativem DME können bestehende Verbrennungsmotoren als Brückentechnologie zu einer vollständig nachhaltigen Mobilität weiter genutzt werden. Insbesondere für Lkw oder Schiffe, die sich nicht für batterieelektrischen Antrieb eignen, ergibt sich damit zeitnah und in großem Maßstab ein Beitrag zur Minderung der Feinstaub-,  $\text{NO}_x$ - und  $\text{CO}_2$ -Emissionen. Erste Praxiserfahrungen mit DME hat Volvo Trucks bereits mit einer Testflotte von 14 Lkw gesammelt.

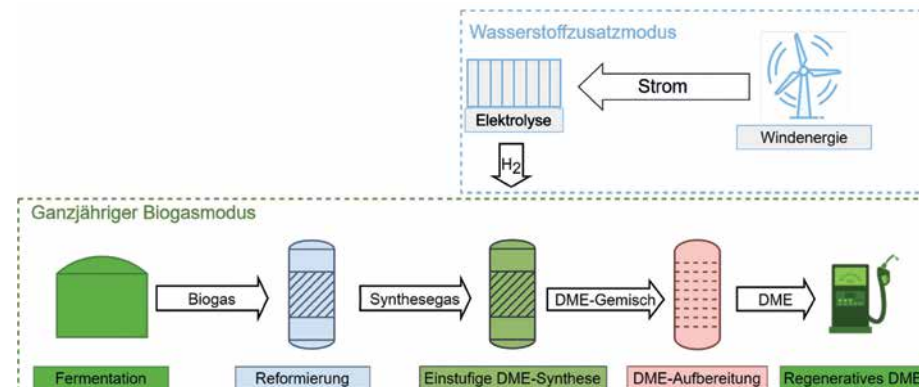


Abb. 1: Schema des Gesamtverfahrens, Quelle: ARCUS Technologie GmbH & Co.

Ziel des FlexDME-Vorhabens ist die Entwicklung einer containerintegrierten Demonstrationsanlage zur DME-Erzeugung aus Elektrolysewasserstoff und Biogas. Biogas wird zunächst mittels Reformierung in Synthesegas und nachfolgend über eine einstufige Reaktion in DME ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ) umgewandelt. Die Besonderheit des FlexDME-Konzeptes liegt in der flexiblen Fahrweise: In Zeiten starken Aufkommens an erneuerbarem Strom kann „grüner“ Elektrolyse-Wasserstoff zusätzlich in den Prozess eingebracht werden, wodurch eine bis zu 50% höhere DME-Ausbeute möglich ist.

Im ganzjährigen Biogasmodus ermöglicht dieses Konzept eine kontinuierliche DME-Synthese mit hohen Jahresbetriebsstunden und, je nach Verfügbarkeit von kostengünstigem „Überschuss“strom, optional die Einbindung von Elektrolyse-Wasserstoff zur Ausbeutesteigerung (Abb. 1). Resultat ist eine

bessere Wirtschaftlichkeit, eine Stabilisierung des Stromnetzes durch Aufnahme von volatilen Stromanteilen und die Sektorenkopplung durch Einbindung erneuerbarer Energie in den Verkehrssektor. Für den Biogasanlagenbetreiber ergeben sich neue Geschäftsmodelle durch Erzeugung eines hochwertigen Produkts.

Die Anlage ist in Module gegliedert, um ein einfaches Upscaling zu ermöglichen. Jeder Partner im Konsortium, das aus drei Industrieunternehmen und zwei Forschungsinstituten besteht, übernimmt für ein Modul die technische Leitung:

Die INPUT Ingenieure GmbH (Sehnde) entwickelt das Biogas-Aufbereitungsmodul. Da INPUT auch selbst Biogasanlagen betreibt, stellt sie die Biogasanlage für den abschließenden Testbetrieb der FlexDME-Anlage zur Verfügung.

Die Firma ASTRA Industrieanlagen GmbH aus Zwickau übernimmt die Entwicklung des Reformiermoduls, die Fertigung des Synthesereaktors und der Trennkolonnen sowie die Integration, Verrohrung und Verkabelung aller Einzelmodule zu der Gesamtanlage.

Die Auslegung und Modellierung des Synthesemoduls sowie die wirtschaftliche Bewertung der Projektergebnisse verantwortet die ARCUS Technologie GmbH & Co. aus Cottbus. ARCUS ist darüber hinaus Koordinator des Verbundprojektes.

Die DBI – Gastechnologisches Institut gGmbH Freiberg führt verfahrenstechnische Simulationen und Sensitivitätsanalysen

zur Reaktorauslegung durch. Experimentelle Untersuchungen zur trockenen Reformierung und Direktsynthese von DME liefern die dafür notwendige Datenbasis.

Am CUTEK Forschungszentrum wird das Vorhaben in der Abteilung Chemische Energiesysteme bearbeitet. Zum einen unterstützen reaktionstechnische Laboruntersuchungen zur einstufigen DME-Synthese mit variierender Feedzusammensetzung die Arbeiten am DBI-GTI, zum anderen ist CUTEK hauptverantwortlich für die Konzeption

des Produkt-Aufbereitungsmoduls. Im CUTEK-Technikum erfolgt dann auch der Aufbau und die Inbetriebnahme der Gesamtanlage, bevor diese an der Biogasanlage praktisch erprobt wird. Zur Auswahl eines geeigneten Standortes erfolgt eine Analyse mehrerer von INPUT betriebener Biogasanlagen.

Dr. Andreas Lindermeir, Leiter der Abteilung Chemische Energiesysteme und CUTEK-Projektleiter für das Vorhaben, ist von der Technologie und dem Konsortium überzeugt: „Wir freuen uns sehr, gemeinsam mit den Projektpartnern einen Beitrag zur Reduzierung der Emissionen im Verkehrssektor leisten zu können. Insbesondere im Schwerlastverkehr ist eine direkte Elektrifizierung im Moment technologisch nicht darstellbar. Wir sind überzeugt, dass der Einsatz von erneuerbarem DME hier eine gute Option ist, um auch diesen wichtigen Sektor zukünftig auf erneuerbare Energieträger umzustellen.“ (li)

## Neues aus dem Projekt RADAR

### Chemikalienfreie Entkalkung

Was als Idee auf einer Autofahrt im Rahmen des Projektes RADAR entstand, könnte bald so manche Arbeit im Haushalt ersparen – die Beseitigung von Kalkablagerungen.

Der Reihe nach: Im Projekt RADAR soll mithilfe eines elektrochemischen Reaktors (Zug-) Abwasser gereinigt werden, um es wieder als Spülwasser für Toiletten zu nutzen. Möglich machen das zwei Elektroden, an denen in-situ hochreaktive Oxidantien erzeugt werden: OH-Radikale an der bordotierten Diamantelektrode (BDD) und Wasserstoffperoxid an der Gasdiffusionselektrode (GDE).

In einem vorherigen Projekt wurde statt der GDE als Kathode eine zweite BDD eingesetzt, an deren Oberfläche sich bereits nach kurzer Betriebszeit Kalkablagerungen niederschlugen. Um die Anlagerung von Kalk an der Elektrodenoberfläche zu minimieren, wurden intervallmäßig die Polaritäten der beiden Elektroden vertauscht. Diese Umpolung beeinträchtigt allerdings die Standzeiten der preisintensiven BDD erheblich.

Auch die im Projekt RADAR eingesetzten GDEs würden verkalken. Eine Umpolung kommt bei der Kombination aus BDD als Anode und GDE als Kathode nicht in Frage, da sich die GDE beim Betrieb als Anode auflösen würde. Aus diesem Grund musste eine Lösung gefunden werden, um das ursprüngliche Problem der Verkalkung zu verhindern. Als Lösungsansatz wurde daher ein elektrochemischer Entkalkungsreaktor (siehe Abb. 1) in enger Zusammenarbeit mit dem Institut für chemische und elektrochemische Verfahrenstechnik (Prof. Dr.-Ing. Ulrich Kunz und Thorben Muddemann), der Firma Eisenhuth GmbH & Co. KG (Dr. Thorsten Hickmann) und CUTEK (Prof. Dr.-Ing. Michael Sievers und Dennis Haupt) entwickelt.

Der Entkalkungsreaktor besteht im Wesentlichen aus einer dimensionsstabilen Anode (zum Beispiel auch BDD), einer Graphit-Compound-Kathode der Firma Eisenhuth und einer Membran zur Separierung des Anoden- und Kathodenkreislaufes. Wird Strom zwischen den beiden Elektroden angelegt, werden Hydroxidionen an der Kathode gebildet. Das zu behandelnde Wasser im Kathodenkreislauf wird basisch, das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht verschoben und Carbonate fallen aus. Damit wird eine chemikalienfreie Fällung von



Abb. 1: Elektrochemischer Entkalkungsreaktor, Foto: Thorben Muddemann, TU Clausthal

Carbonaten ermöglicht. Durch die Separierung der beiden Elektrodenkreisläufe wird der Anolyt im gleichen Maße sauer, wie der Katholyt basisch wird.

Damit sich die Carbonate nicht an der Kathodenoberfläche ablagern, werden die „natürlichen“ Gleiteigenschaften des Graphit-Compound-Ma-

terials der Kathode und deren planare Oberfläche ausgenutzt. Die Bildung einer isolierend wirkenden Kalkschicht – und einer damit einhergehenden Spannungserhöhung – wird somit erheblich verringert. Um die Kalkablagerung weiter zu minimieren, wird die Kathode magnetisch induziert bewegt. Dank eines Frequenzgenerators und eines Elektromagneten können verschiedene Amplituden eingestellt und somit die Auslenkung der Kathode bedarfsgerecht geregelt werden. Die Bewegung der Kathode hat darüber hinaus den Vorteil, dass der Stofftransport an der Elektrodenoberfläche erhöht wird, was die Effizienz des Systems steigert. Ein Modell der bewegten Elektrode wurde ihm Rahmen der Hannover Messe 2018 ausgestellt. Die Bewegung der Oberfläche konnte mithilfe von Licht und auf die Elektrodenoberfläche geklebten Kristallen visualisiert werden (siehe Abb. 2).



Abb. 2: Modell einer bewegten Elektrode auf der Hannover Messe 2018, Foto: Eisenhuth GmbH & Co. KG

Nachdem der Kalk ausgefallen ist, kann er dann schließlich mittels Filter aus dem System entfernt werden. Der basische und nun kalkfreie Katholyt wird wieder mit dem sauren Anolyten rückvermischt und es entsteht erneut ein nahezu pH-neutrales Wasser.

Für die Carbonatfällung werden nur geringe Stromdichten benötigt. Sobald der pH-Wert soweit verschoben wurde, dass Carbonate ausfallen, kann der Stromfluss abgestellt werden. Damit kann auch die Bildung von Wasserstoff reduziert werden, die als Nebenreaktion an der Kathode abläuft. Eine Verdünnung mit Umgebungsluft ist dennoch unabdingbar.

Die Bedeutung der Entwicklung zeigt dessen potenzielles Anwendungsgebiet. Ursprünglich wurde das System nur als Hilfsreaktor entwickelt, um den Abwasserbehandlungsreaktor des RADAR-Projektes vor Kalkablagerungen zu schützen. Doch das potenzielle Anwendungsgebiet geht weit darüber hinaus. Mit einem „Vorschaltgerät“ kann zum Beispiel in Waschmaschinen die Bildung von massiven Kalkschichten an Heizstäben verringert werden, was den Energieverbrauch und damit die Betriebskosten deutlich senkt. (ha)



## Neues Projekt: ReWoRK

Recycling von Wolfram aus Rückständen der Erzkonzentration



Abb. 1: Prof. Fabio Jose Pinheiro Sousa (r.) von der UFRN zusammen mit dem Projektleiter Dipl.-Ing. Sven Schulze auf einer Halde der Mina Brejuí, Fotos: CUTEC



Auf dem Gebiet des Recyclings und der Aufbereitung industrieller Rückstände und Reststoffe ist die Abteilung Ressourcentechnik und -systeme des CUTEC bereits seit 2012 in einer Vielzahl deutsch-brasilianischer Forschungsprojekte engagiert. Lag der regionale Fokus bisher eher auf den Bundesstaaten Rio Grande do Sul, São Paulo, Rio de Janeiro und Minas Gerais, so gelingt mit dem Projekt ReWoRK erstmalig der Sprung in die Bergbauregionen des Nordostens, nach Rio Grande do Norte.

Im Fokus der wissenschaftlichen Arbeiten stehen dabei die Tailings der Bergbauregion Currais Novos, einer Region, die vor allem durch die Förderung und Verarbeitung von wolframhaltigen Erzen Bekanntheit erlangte. Die Nutzung der bedeutsamen Wolframlagerstätte (Skarn-Typ in Neoproterozoischem Marmor, Gneis und Pegmatit) begann bereits 1943 durch die Inbetriebnahme der Mina Brejuí, die für Jahrzehnte auch der größte Wolframproduzent Brasiliens war. Mittlerweile ist die Mine der letzte Wolframproduzent im Nordosten Brasiliens, wird aber noch heute von der Firma „Mineração Tomaz Salustina S/A“ betrieben, die gleichzeitig einer von drei brasilianischen Partnern des Projektes ReWoRK ist.

Teile der Mine werden heutzutage, ähnlich wie im Harz, als Besucherbergwerk und Museum betrieben, allerdings findet nach wie vor eine aktive Erzförderung und Aufbereitung von wolframhaltigem Scheelit ( $\text{CaWO}_4$ ) statt. Die monatliche Produktion ist zwar vergleichsweise gering, allerdings wurden in den Jahrzehnten des Bergbaubetriebes, was für eine Wolframmine außergewöhnlich lang ist, rund 7 Mio. Tonnen Tailings abgelagert. Da die Region um Currais Novos äußerst trocken und die Wasserverfügbarkeit daher eingeschränkt ist, werden die Erze nur durch eine mehrstufige Dichtentrennung aufbereitet. Bereits erfolgte Voruntersuchungen des

brasilianischen Forschungspartners „Universidade Federal Rio Grande do Norte“ (UFRN) deuten auf einen mittleren Wolframgehalt der Tailings von 0,3 % oder mehr hin. Dies entspricht, auf den Gehalt bezogen, durchaus Primärerzqualität. Abgerundet wird der Partnerverbund auf brasilianischer Seite durch die Beteiligung des Ingenieurbüros „Equilibrium Engenharia e Meio Ambiente“ (EEMA) aus Porto Alegre, welches die Möglichkeiten des Haldenrückbaus unter ökologischen Aspekten bewertet.



Abb. 2: : Probenahme von Tailings (Grobfraktion) für die Voruntersuchungen, Mina Brejuí 2018

Die wichtigsten Arbeiten zu Projektbeginn umfassen die zielgerichtete Planung und Umsetzung einer umfassenden Haldenexploration vor Ort, in Currais Novos. Hierbei bringt der Forschungspartner Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) seine umfangreiche Expertise in das Projekt ein. Die Entwicklung der Aufbereitungstechnologie wird federführend durch das CUTEC Forschungs-

Fortsetzung auf Seite 15

## Neues Projekt: ReWoRK

Recycling von Wolfram aus Rückständen der Erzkonzentration

zentrum und in enger Zusammenarbeit mit dem Partner UFRN betrieben. Besondere wirtschaftliche Bedeutung bekommt dieses Projekt durch den dritten deutschen Partner, die Firma H.C. Starck Tungsten Powders GmbH aus Goslar/Oker (HST), die ihre industriellen Erfahrungen der Wolframproduktion und Verarbeitung in das Projekt einbringt und die zielgerichtete Verfahrensentwicklung unter marktwirtschaftlichen Aspekten sicherstellt. Gelingt die Aufbereitung des Materials und die Herstellung eines Scheelitkonzentrates unter Verwendung der brasilianischen Tailings, kann für den Partner HST und den Standort Deutschland eine zusätzliche Quelle dieses wirtschaftsstrategischen Rohstoffes erschlossen werden. Es wird zudem ein großes Transferpotenzial auf weitere, gleichartige Rückstände in anderen Ländern, beispielsweise Spanien oder Russland, gesehen.

Das zum 1. April 2019 gestartete Verbundprojekt wurde initiiert und realisiert von S. Schulze, der zudem die Gesamtleitung innehat. Es wird über den Projektträger Jülich (PTJ) vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen der Fördermaßnahme „CLIENT II – Internationale Partnerschaften für nachhaltige Innovationen“ finanziert.



Abb. 3: Probenahme von Tailings (Feinfraktion) für die Voruntersuchungen durch Eng. L. Gomes Garcia (EEMA) (r.) und Prof. Sousa (UFRN), Mina Brejuí 2018

## Abteilung Ressourcentechnik und -systeme (RTS) unterwegs in Sachen Elektromobilität

Die „Industrielle Demontage von Batteriemodulen und E-Motoren zur Sicherung wirtschaftsstrategischer Rohstoffe für die E-Mobilität“ war Thema des zukunftsweisenden Industrieworkshops, den das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft des Landes Baden-Württemberg am 7. Februar 2019 ausrichtete. Über 100 geladene Gäste aus Industrie und Forschung nahmen an der Veranstaltung im Institut für industrielle Fertigung und Fabriktechnik IFF der Universität Stuttgart teil. Eine sehr starke Präsenz war seitens der Automobilindustrie zu verzeichnen.

Herr Dr. Kühne, der stellvertretende Leiter des Referats Umwelttechnik, Forschung, Ökologie, hat einleitend die Forschungsthematik vor dem Hintergrund der Rohstoffsituation in Baden-Württemberg und der sich daraus ableitenden Maßnahmen eingeführt. Zur Demontage von Batterien referierte

Herr Prof. Sauer/Fraunhofer IPA bzw. EEP Universität Stuttgart. Die Demontage elektrischer Antriebsaggregate, als geplantes Forschungsfeld der Abteilung RTS wurde vom Leiter der CUTEC-Abteilung, Herrn Dr. Zeller, vorgestellt.

Zwei moderierte Workshops, die parallel die beiden genannten Themen zur industriellen Demontage abdeckten, dienten anschließend dem regen fachlichen Austausch. Die Planung, Moderation und Durchführung wurden für den Batteriebereich vom Fraunhofer IPA und für die elektrischen Antriebsaggregate vom CUTEC, Abt. RTS durchgeführt. Dazu wurden, nach einem eröffnenden Vortrag von Herrn Dipl.-Biol. Seelig, M.Eng., vier thematische Stationen zu den Unterthemen

- Vorsortierung, Prüfung, Demontage
- Demontagemodul
- Demontagefabrik
- Begleitprozesse

eingerrichtet, an denen vom CUTEC-RTS-Team die Herren Birkenfeld, Cronjäger, Hochstädt, Keich, Seelig und Zeller durch hohen interaktiven Austausch die Wissens- und Erfahrungsressourcen der Teilnehmer aufgenommen haben.

Das industrieseitige Interesse war überaus groß und führte zu zahlreichen Interessenbekundungen an der Forschungsthematik. Mit den innovativen Ansätzen kann ein weiterer Baustein für eine nachhaltige Versorgung des Landes Baden-Württemberg mit wirtschaftsstrategischen Rohstoffen geschaffen werden, welches in diesem Feld bundesweit eine Vorreiterrolle einnimmt.

(ze)



Ministerium, Industrie und Wissenschaft im Austausch



## Erste Ergebnispräsentation der DFG-Projekte zur Aufbereitung von Nanopartikeln

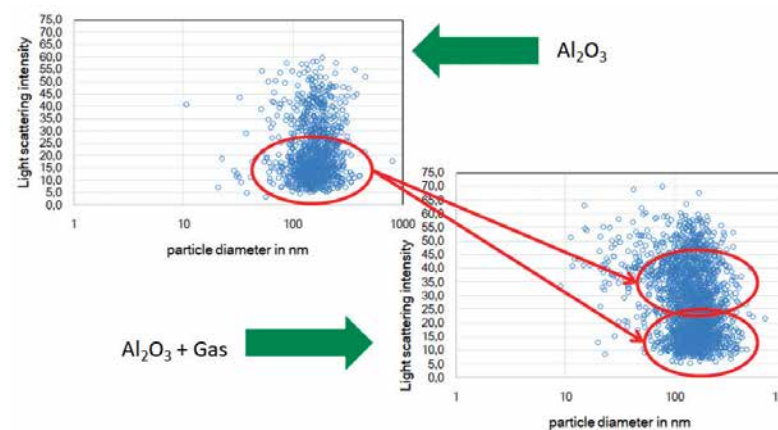


Abb. 1: Vergleich der NTA-Messung von unbegasten und begasten  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Partikeln, Grafik: Johannes Fellner, TU Clausthal

Wie schon in der vorletzten Ausgabe der CUTEC News dargestellt, arbeiten CUTEC und das Institut für Mechanische Verfahrenstechnik (MVT) der TU Clausthal gemeinsam an zwei DFG-geförderten Projekten zur Aufbereitung feinsten Partikel.

In beiden Fällen stehen jetzt, etwa zur Hälfte der Projektlaufzeit, alle beantragten bzw. zu bauenden Geräte zur Verfügung. Dementsprechend konnten auch auf zwei Veranstaltungen erste experimentelle Ergebnisse vorgestellt werden. Dabei standen auf dem Treffen aller Teilnehmer des DFG-Schwerpunkt-Programmes<sup>1</sup> die Kooperation und der Erfahrungsaustausch mit Kollegen im Vordergrund, die mit unterschiedlichen Mitteln an ähnlichen verfahrenstechnischen Fragen arbeiten. Die DECHEMA-Veranstaltung<sup>2</sup> hingegen war das Jahrestreffen der Spezialisten für Partikelmessstechnik, also für die messtechnischen Aspekte der Projekte relevant.

Für das von Herrn Johannes Fellner bearbeitete Projekt zur Nanoflotation stand die Evaluierung eines neuartigen Messgerätes im Vordergrund, das nach dem Prinzip des „Nano-Particle-Tracking“ (NTA) arbeitet. Da die interessierenden Partikel zu klein für eine mikroskopische Betrachtung sind, wird stattdessen ihre Ortsveränderung („track“) aufgrund der Brownschen Molekularbewegung ausgewertet.

Zusätzlich besteht die Möglichkeit, die Streulichtmenge und die effektive elektrische Ladung (Zeta-Potential) zu messen.

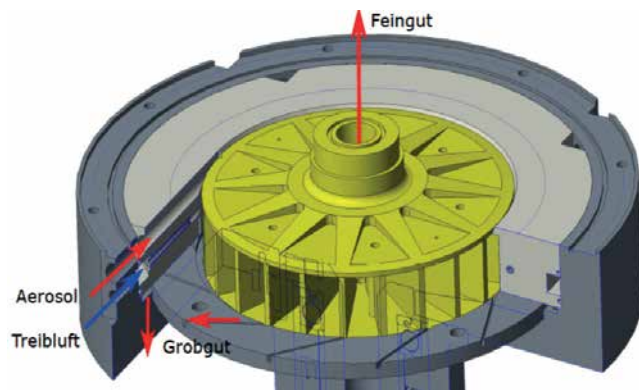


Abb. 2: 3D-Ansicht des Windsichters, Grafik: Leonard Hansen, TU Clausthal

Für die verfahrenstechnische Optimierung des Flotationsprozesses entsteht so die Möglichkeit, durch Kombination dieser drei Merkmale verschiedenartige Nanopartikel zu identifizieren. So unterscheiden sich beispielsweise in Abb. 1 gleichgroße Partikel und Blasen (gemäß Tracking-Messung) aufgrund ihrer Helligkeit.

Nach dem Begasen ist eine zweite Wolke an Messpunkten zu sehen mit Partikeln derselben Größe wie die ursprünglichen Partikel, aber deutlich höherem Lichtstreuvermögen („Light scattering intensity“ auf der y-Achse).

Während das Flotationsverfahren Wasser als Medium nutzt, werden im Projekt von Herrn Leonard Hansen Fliehkraft, Strömungskraft und ein elektrisches Feld eingesetzt, um Partikel im Luftstrom nach Größe und Materialeigenschaft zu trennen. Der für diese Zwecke ausgelegte Windsichter wird in Abb. 2 gezeigt. Die Umfangsgeschwindigkeit des Sichterrotors von bis zu 210 m/s ermöglicht rechnerisch Trennungen bis hinab zu 0,5  $\mu\text{m}$ .

Rotor und Gehäuse wurden in der Werkstatt der MVT gefertigt. In Abb. 3 sind die zum Auswuchten erforderlichen Bohrungen ebenso erkennbar wie Partikelanlagerungen nach den ersten Versuchen.



Abb. 3: Rotor des Windsichters nach den ersten Versuchen (nach Demontage der oberen Gehäuseteile), Foto: Leonard Hansen

Die ersten Trennergebnisse liegen in der Größenordnung der gewünschten Werte, zeigen aber erwartungsgemäß auch Möglichkeiten zur Verbesserung. Diese lassen sich auch aus den demnächst verfügbaren Ergebnissen von CFD-Simulationen ableiten.

Um Ansätze für Verbesserungen noch in diesem Projekt umsetzen zu können, wurden alle Gehäuseteile, die der Partikelzu- und -abfuhr dienen, modular austauschbar gestaltet (s. hellgrau eingefärbte Bauteile in Abb. 2).

Über beide Projekte wurde, wie oben gesagt, im engen Kreis von Fachleuten vorgetragen. Darüber hinaus bieten sie aktuell zwei Studenten Themen für ihre Masterarbeit. Herr Vincent Olszok arbeitet am eindeutigen Nachweis der Nanoblasen mit Hilfe des NTA-Gerätes. Herr Thorben Settgast erstellt am ITM-Institut der TUC die CFD-Simulation für den Windsichter.

<sup>1</sup> website SPP: [www.tu-freiberg.de/fakult4/mvtat/SPP2045](http://www.tu-freiberg.de/fakult4/mvtat/SPP2045)

<sup>2</sup> [www.dechema.de/PMT\\_AERO\\_2019.html](http://www.dechema.de/PMT_AERO_2019.html) Daten

## Neues aus dem CUTEC-Team

### Vier erfahrene Wissenschaftler neu im CUTEC-Forschungsteam



Karlo Tkalec, M.Sc.

Herr Karlo Tkalec ist seit Mitte Oktober 2018 als wissenschaftlicher Mitarbeiter im CUTEC beschäftigt. Sowohl im Rahmen seiner Tätigkeit in der Abteilung Energiesystemintegration, als auch in seiner Doktorarbeit befasst er sich mit der Untersuchung und Optimierung der Energieumwandlung und -übertragung in Energiesystemen. Zur vertiefenden Bearbeitung dieser Fragestellungen richtet er im CUTEC ein neues elektrotechnisches Labor ein.

Sein Bachelorstudium im Studiengang Energiesystemtechnik absolvierte Herr Tkalec an der Technischen Fachhochschule in Zagreb, Kroatien. Darauf folgte ein Masterstudium in der Fachrichtung Energiesystemtechnik an der TU Clausthal, das er im Jahr 2016 erfolgreich abschloss. Während des Studiums und danach wirkte Herr Tkalec bereits an mehreren Projekten von IEE, EST und CUTEC mit (u. A. Tanken im Smart Grid: Teilaufgabe netzzustandsabhängige Ladung, Auslegung des Energiesystems energieautarker Mobilfunkstationen und Gutachten zur Netzauslastung und Aufnahmekapazität für Erneuerbaren Strom (in Niedersachsen)). Seine Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich Energiesystemanalyse, -simulation und -auslegung. (zh)



Ali Hashemifarad, M.Sc.

Bereits Anfang Januar hat Herr Ali Hashemifarad mit seiner Arbeit am CUTEC Forschungszentrum begonnen. Er wirkt hier als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Verbundprojekt GAME mit. In diesem Projekt bearbeitet er das Arbeitspaket Energieeffizienz. Das Verbundprojekt GAME wird im Förderprogramm „Wissenschaft für nachhaltige Entwicklung“ des MWK und der VolkswagenStiftung gefördert. Neben dem CUTEC sind weitere Institute der TU Clausthal und die Ostfalia Hochschule beteiligt.

Zuvor hat Herr Hashemifarad sein Bachelorstudium im Studiengang Energiesystemtechnik (Electrical Power Engineering) an der Semnan University im Iran absolviert. Darauf folgte ein Masterstudium in der Fachrichtung Energiesystemtechnik an der TU Clausthal. Während des Studiums absolvierte er zwei Praktika im Bereich der Erneuerbaren Energien und Kraftwerktechnik. Seine Forschungsschwerpunkte liegen in den Bereichen Energiesystemanalyse und Simulation verschiedenen Systeme (wie z. B. Windkraftanlagen, Multi Level Umrichter, etc.). In seiner Doktorarbeit beschäftigte er sich mit der Analyse und Prognose der elektrischen Last mithilfe eines Adaptiven Neuro-Fuzzy-Inferenzsystems (ANFIS). (zh)



Dipl.-Geow.  
Henrike Franke

Seit dem 1. April 2019 unterstützt Frau Henrike Franke als wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Abteilung Ressourcentechnik und -systeme die Arbeitsgruppe Digitalisierung und Automatisierung. Sie studierte Angewandte Geowissenschaften mit der Vertiefung Angewandte Mineralogie/Petrologie an der Technischen Universität Berlin. Nach ihrem Diplom arbeitete sie an der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in der Abteilung

Energierohstoffe, Mineralogische Rohstoffe für Projekte wie „Metallsulfidvorkommen am Meeresboden – Deutsche Explorationslizenz im Indischen Ozean (INDEX)“ und „Hochtechnologierelevante Metalle in deutschen sulfidischen Buntmetallerzen - Ressourcenpotenzialabschätzung (HTMET)“. In der Abteilung Ressourcentechnik wird sie sich mit den auftretenden rohstoffrelevanten Themen beschäftigen. (fr)



Dipl.-Ing.  
Marina Bockelmann

Die Abteilung Chemische Energiesysteme wird in Ihrer anspruchsvollen Projektarbeit in Zukunft von einer weiteren Wissenschaftlerin unterstützt. Seit dem 15. April verstärkt Frau Dipl.-Ing. Marina Bockelmann das CUTEC-Team. Sie wird sich schwerpunktmäßig mit der elektrochemischen Gewinnung von Wasserstoff und Synthesegas mittels Hochtemperatur-Elektrolyse befassen. Diese Verfahren gelten als vielversprechende Option, um zukünftig strombasierte regenerative Kraft- und Brennstoffe zu erzeugen und damit auch die Sektoren Mobilität, Wärme und Industrie auf erneuerbare Energiequellen umzustellen.

Nach ihrem Chemieingenieurstudium an der TU Clausthal hat Marina Bockelmann im Rahmen ihrer Promotion am Institut für Chemische und Elektrochemische Verfahrenstechnik der TU Clausthal ein vom BMWi gefördertes Projekt zur Entwicklung von Zink-Luft-Batterien erfolgreich bearbeitet. Dabei hat sie sowohl im experimentellen als auch im theoretischen Bereich ihre fachliche Kompetenz sowie ihre Begeisterungsfähigkeit für die angewandte Forschung auf dem Gebiet der elektrochemischen Verfahrenstechnik unter Beweis gestellt. Der Abschluss ihrer Promotion wird voraussichtlich Mitte dieses Jahres erfolgen. (li)

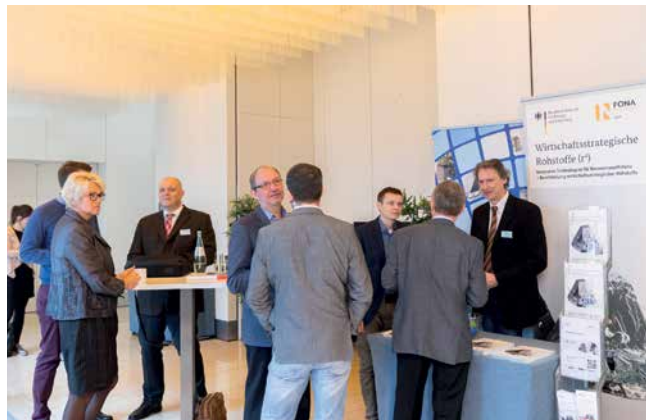
Das CUTEC-Team freut sich auf eine gute und erfolgreiche Zusammenarbeit!



## CUTEC unterwegs

### Berliner Recycling- und Rohstoffkonferenz 2019

Unter wissenschaftlicher Leitung des CUTEC-Vorstandsvorsitzenden Prof. Daniel Goldman fand am 11. und 12. März die Berliner Recycling- und Rohstoffkonferenz statt. CUTEC nutzte dieses hochkarätige Forum zur Präsentation seiner Forschungsaktivitäten im Bereich der Digitalisierung und Automatisierung von Recyclingprozessen anhand der Projekte zur Industriellen Demontage. Weiterhin war das Forschungszentrum der TU Clausthal im Rahmen des Begleitforschungsprojekts r<sup>4</sup>-INTRA zur BMBF-Fördermaßnahme r<sup>4</sup> mit einem Stand vertreten.



Dicht umlagert: r<sup>4</sup>-INTRA informiert über Ziele und Ergebnisse der BMBF-Fördermaßnahme r<sup>4</sup>, Foto: Sera-Zöhre Kurc

Die Berliner Recycling- und Rohstoffkonferenz bot in diesem Jahr den 330 Teilnehmenden ein umfangreiches Programm mit 56 Referenten, die in einer Plenarveranstaltung am ersten Tag und vier Parallelveranstaltungsreihen am zweiten Tag ihre Themen vorstellten. Großen Raum nahmen zentrale Fragen zu einer erweiterten Circular Economy ein, die mit dem durch die EU auf der Circular Economy Stakeholder Conference vom 5. und 6. Mai gesetzten Rahmen auf den Weg gebracht wird. Auf diesem Gebiet eröffnet der zunehmende Einfluss der Digitalisierung neue Möglichkeiten der Ressourceneffizienz. Themenfelder wie Kunststoffrecycling und Vermüllung der Meere, Recycling von versorgungskritischen Metallen in Multimaterial-Rückgewinnungsansätzen sowie Entwicklungen im Bereich des Recyclings von Elektronikgeräten, Batterien und Elektrofahrzeugen stießen auf reges Interesse bei den Zuhörern.

Im Themenblock „Elektro(nik)geräte / Elektromobilität / Fahrzeuge / Batterien“ präsentierte Dipl.-Biol. Jan Seelig, M.Eng., Leiter der Gruppe Stoffströme der CUTEC-Abteilung Ressourcentechnik und -systeme, das vom Land Baden-Württemberg geförderte Projekt „Industrielle Demontagefabrik 4.0“. Dieses treibt die Etablierung einer automatisierten Demontage voran, die es ermöglicht, Materialverluste

beim Recycling komplex aufgebauter Produkte zu vermeiden. Mittels digitaler Datenverarbeitung und dem Einsatz von Industrierobotern wird ein flexibel auf verschiedene Produkte anwendbares Demontagemodul entwickelt. Als Modellprodukt dienen Kfz-Lichtmaschinen. Die Ergebnisse bilden eine wichtige Grundlage für die Kreislaufführung von Komponenten der Elektromobilität und erzeugten ent-



Großes Interesse – Jan Henning Seelig stellt die Demontagefabrik vor, Foto: CUTEC

sprechend positive Rückmeldungen seitens des anwesenden Fachpublikums.

Neben dem Projektvortrag förderte das CUTEC im Rahmen des Integrations- und Transferprojekts r<sup>4</sup>-INTRA den fachlichen Austausch in Form eines Informationsstandes zu den Zielen und Zwischenergebnissen der BMBF-Fördermaßnahme „r<sup>4</sup> – Innovative Technologien für Ressourceneffizienz – Forschung zur Bereitstellung wirtschaftsstrategischer Rohstoffe“. Dipl.-Ing. Andre Bertram, Abteilung Ressourcentechnik und -systeme, der den Stand betreute, freute sich über das sehr große Interesse. (see)

### Dechema: Jahrestreffen Fachgruppen 2019

Am 18. und 19. März 2019 fand im DECHEMA-Haus in Frankfurt das Jahrestreffen der Fachgruppen „Abfallbehandlung und Wertstoffrückgewinnung“ sowie „Rohstoffe“ statt. Circa 50 Fachleute aus Industrie und Forschung tauschten sich zu aktuellen Themen bei Fachvorträgen aus. Zu nennen sind z.B. die Überschriften „Thermische Verfahren zum Recycling kunststoffhaltiger Abfälle“, „Klärschlammbehandlung und Phosphor-Rückgewinnung“, „Recycling von Li-Ionen-Batterien“ oder „Abfallverbrennung der Zu-

Fortsetzung auf Seite 19

## CUTEC unterwegs

kunft“. Es wurden etliche Projekte vorgestellt, in denen mit Hilfe chemischer und thermischer Prozesstechnik neue Recyclingverfahren entwickelt werden. Besonders stark vertreten waren die Kollegen vom KIT in Karlsruhe, die TU Dresden, die TU Freiberg und die TU Braunschweig. Dr. Vodegel stellte Ergebnisse des DBU-Vorhabens „Technologiebewertung thermo-chemischer Konversionsverfahren von Klärschlamm als Alternative zur Verbrennung“ vor. In ihm wurden verschiedene thermo-chemische Verfahren wie Pyrolyse und Vergasung zur Umsetzung von Klärschlamm experimentell und theoretisch untersucht. Wie immer löste die Vorstellung des Umweltbundesamtvertreter, Herrn Markus Gleis, zum aktuellen Stand des BVT-Merkblattes „Abfallverbrennung mit seinen Folgewirkungen“ große Diskussionen aus. Auch Prof. Karpf konnte sich mit seinem Vortrag über die Auswirkungen der neuen BREF-Anforderungen auf die Abgasreinigung bestehender Abfallverbrennungsanlagen der vollen Aufmerksamkeit des Auditoriums sicher sein.

In der abendlichen Sitzung der Beiratsgruppe „Abfallbehandlung und Wertstoffrückgewinnung“ wurde der aktuelle Stand von Forschungsanträgen diskutiert. Geplant ist ferner die Erstellung eines Positionspapiers zur Abfallverbrennung der Zukunft. (vo)



DECHEMA-Haus in Frankfurt, Foto: Uuw5 – eigenes Werk, Wikimedia Commons, CC BY-SA 3.0

### Fortschrittliche alternative Brenn- und Kraftstoffe unverzichtbar für die Energiewende im Verkehr

**Sitzung des ProcessNet-Arbeitsausschusses „Alternative flüssige und gasförmige Kraft- und Brennstoffe“**  
Der ProcessNet-Arbeitsausschuss „Alternative flüssige und gasförmige Kraft- und Brennstoffe“ setzt sich aus Vertretern von Wirtschaftsunternehmen, Verbänden

und Wissenschaft zusammen und will technologische Wege aufzeigen, wie die vollständige Einbindung der Sektoren Verkehr und Wärme in die Energiewende bis 2050 realistisch, nachhaltig und wirtschaftlich vertretbar gelingen kann. Insbesondere soll aufgezeigt werden, dass fortschrittliche flüssige und gasförmige alternative Brenn- und Kraftstoffe eine Schlüsselrolle bei der Erreichung der Klimaschutzziele spielen werden. Dr. Andreas Lindermeir, Abteilungsleiter Chemische Energiesysteme, vertritt das CUTEC Forschungszentrum in dem Arbeitsausschuss.

Die letzte Sitzung fand am 16. April 2019 im DECHEMA-Haus in Frankfurt am Main statt. Schwerpunkt war die Diskussion von Instrumenten zur Reduzierung der THG-Emissionen im Verkehrssektor, in der insbesondere auf die Zwischenergebnisse der Arbeitsgruppe 1 „Klimaschutz im Verkehr“ der Nationalen Plattform Zukunft der Mobilität (NPM) Bezug genommen wurde. Deren Ende März veröffentlichter Zwischenbericht weist sechs Handlungsfelder aus, die zur Erreichung der CO<sub>2</sub>-Einsparziele im Verkehrssektor (Senkung der THG-Emissionen bis 2030 um 40 bis 42 % gegenüber 1990) vorgeschlagen werden. Darunter fallen der Wechsel zu Fahrzeugen mit Batterie- oder Brennstoffzellenantrieb, die Effizienzsteigerung (sowohl bei den Fahrzeugen als auch durch die Verbesserung der Fahrzeug-Auslastung und Betriebsoptimierung), der Einsatz regenerativer Kraftstoffe, die Stärkung von Schienenpersonenverkehr, Bus-, Rad- und Fußverkehr sowie des Schienengüterverkehrs und der Binnenschifffahrt sowie die Digitalisierung des Mobilitätssektors.

Die zeitnahe Umsetzung des Instrumentenbündels ist umso dringlicher, da die Verkehrsemissionen im Jahr 2017 mit rund 168 Millionen Tonnen CO<sub>2a</sub> gegenüber 163 Millionen Tonnen CO<sub>2a</sub> im Referenzjahr 1990 sogar leicht angestiegen sind. Aber selbst wenn alle Maßnahmen planmäßig umgesetzt werden bleibt noch eine signifikante Lücke in Höhe von 16 bis 26 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> um das Sektorziel zu erreichen.

Der ProcessNet-Arbeitsausschuss setzt sich deshalb für eine schnelle und weitreichende Substitution fossiler Kraftstoffe durch fortschrittliche alternative Kraftstoffe unter Einbeziehung fortschrittlicher Biokraftstoffe und Kraftstoffen aus Abfall- und Reststoffen ein. Dies würde sofort und unmittelbar Treibhausgasemissionen im gesamten Mobilitätssektor messbar reduzieren. Darüber hinaus fordern die Ausschussmitglieder, Forschung und Entwicklung in diesen Bereichen intensiv zu fördern und verlässliche gesetzliche Rahmenbedingungen mit einer Perspektive über 2020 hinaus zu schaffen, um eine beschleunigte Markteinführung zu ermöglichen.

Dies sind auch zentrale Botschaften des Positionspapiers „Fortschrittliche alternative flüssige Brenn- und Kraftstoffe: Für Klimaschutz im globalen Rohstoffwandel“, welches vom Arbeitsausschuss Mitte 2017 veröffentlicht wurde. (li)



## Wir stellen uns vor:

## Die Mitarbeitervertretung des CUTEC

Die Ordnung des CUTEC Forschungszentrums der Technischen Universität Clausthal sieht eine Vertretung der Mitarbeitenden des wissenschaftlichen Bereichs sowie aus Technik und Verwaltung vor. Zu den Aufgaben der Mitarbeitervertreter gehört u.a. die Teilnahme an den Vorstandssitzungen, die regelmäßig einmal im Monat stattfinden. Außerdem stehen beide Vertreter jederzeit als Ansprechpartner sowohl für die Kollegen, als auch für die Geschäftsstellenleitung zur Verfügung.

Als neuer Vertreter von den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern des Forschungszentrums wurde im Dezember 2018 Herr Dipl.-Ing. Oliver Keich gewählt. Seit



Carmen Kiefer und Dipl.-Ing. Oliver Keich  
Foto: CUTEC

## IMPRESSUM

Herausgeber und Redaktion:  
CUTEC Forschungszentrum

## Autoren:

Dr.-Ing. B. Benker (be)  
Dipl.-Ing. Hinnerk Bormann (bo)  
Dipl.-Geow. H. Franke (fr)  
Dipl.-Ing. D. Haupt (ha)  
Dipl.-Ing. O. Keich (ke)  
C. Kiefer (ki)  
Dr.-Ing. A. Lindermeir (li)  
Dipl.-Ing. F. Müller (mü)  
Dipl.-Kfm. A. Sauter (sr)  
Dipl.-Ing. S. Schulze (schu)  
Dipl.-Biol., M. Eng. J. Seelig (see)  
Prof. Dr.-Ing. M. Sievers (si)  
Dr.-Ing. S. Vodegel (vo)  
Dr. rer. nat. T. Zeller (ze)  
Dr.-Ing. J. zum Hingst (zh)

## Herstellung und Bezug:

CUTEC Forschungszentrum  
Leibnizstraße 23 · 38678 Clausthal-Zellerfeld  
Tel.: 05323 933-0 · Fax: 05323 933-100  
E-Mail: [cutec@cutec.de](mailto:cutec@cutec.de) · Internet: [www.cutec.de](http://www.cutec.de)

Vorstandsvorsitzender: Prof. Dr.-Ing. D. Goldmann  
Geschäftsstellenleiter: Dr.-Ing. C. Duwe

Layout und Satz: G. Wessels  
Schreiben Sie uns: [cutec@cutec.de](mailto:cutec@cutec.de)

Januar nimmt er diese Aufgabe wahr. Sein Stellvertreter ist seit diesem Zeitpunkt Herr Dipl.-Ing. Felix Müller.

Bereits seit Dezember 2017 vertritt Frau Carmen Kiefer die Mitarbeitenden des Bereichs Technik und Verwaltung. Als Stellvertreter fungiert Herr Ralf Bauer.

Frau Carmen Kiefer begann ihre Tätigkeit in der CUTEC-Institut GmbH als Umweltschutztechnische Assistentin im Oktober 1998. Im Bereich der Analytik betreut sie vor allem den Bereich der Chromatographie, aber auch die Brennstoff- und Elementarbestimmung zählen zu ihren Aufgaben. Zusätzlich nimmt Frau Kiefer die Funktion einer Sicherheitsbeauftragten für den Laborbereich wahr, ist ausgebildete Ersthelferin und Gefahrstoffbeauftragte.

Herr Oliver Keich begann 1999 seine CUTEC-Mitarbeit in der Abteilung Chemische Prozesse (heute Chemische Energiesysteme), zunächst als wissenschaftliche Hilfskraft am Prüfstand für Dieselrußpartikelfilter. Nach Abschluss des Ingenieurstudiengangs Umweltschutztechnik an der TU Clausthal im Dezember 2004 waren dann die Fischer-Tropsch-Synthese und das Hydroprocessing seine Hauptarbeitsfelder. Ende 2016 wechselte er in die Abteilung Ressourcentechnik und -systeme.

An dieser Stelle möchten wir uns ganz herzlich bei Frau Dr.-Ing. Annett Wollmann und Herrn Dipl.-Ing. Sven Schulze für ihr Engagement bedanken: Von Dezember 2017 bis September 2018 war Frau Wollmann Mitarbeitervertreterin des wissenschaftlichen Bereichs. Nach ihrem Ausscheiden aus dem CUTEC Forschungszentrum übernahm ihr Stellvertreter Herr Schulze das Amt bis einschließlich Dezember 2018.

(ke/ki)

## Beilagenhinweis

Als Beilage finden Sie in dieser Ausgabe den REWIMET-Flyer „Symposium 2019, Ressourcenmanagement“